

**QUANTITATIVE ANALYSE DER VOKALISATIONEN
VON TOTENKOPFAFFEN (SAIMIRI SCIUREUS)**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von
Ditmar Schott

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554607_0053

QUANTITATIVE ANALYSE DER VOKALISATIONEN VON TOTENKOPFAFFEN (SAIMIRI SCIUREUS)

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von
Ditmar Schott

1973



Berichterstatter: 1. Prof. Dr. D. Ploog

2. Prof. Dr. h.c. H. Autrum

Tag der mündlichen Prüfung: 7.2.1973

Inhaltsverzeichnis

	Seite
EINLEITUNG.....	1
METHODIK.....	2
ERGEBNISSE.....	4
KAKELLAUTE.....	5
ERRLAUTE.....	10
SCHREILAUTE.....	12
PIEPLAUTE.....	16
TRILLERLAUTE.....	21
BELLAUTE.....	25
INTERINDIVIDUELLE VARIABILITÄT.....	29
DISKUSSION.....	31
ZUSAMMENFASSUNG.....	38
LITERATURVERZEICHNIS.....	40

E I N L E I T U N G

Das Verhalten der Totenkopffaffen wurde in mehreren Arbeiten beschrieben (PLOOG et al. 1963,1967; HOPF 1971;BALDWIN 1968,1971). Es ist so komplex, daß zur Analyse der Kommunikationsprozesse eine möglichst umfangreiche und exakte Gewinnung aller Signale notwendig ist. Die üblichen Methoden der Verhaltensforschung wie z.B. die Beobachtung des Spontanverhaltens oder Attrappenversuche sind nicht ausreichend. Deshalb wurde von MAURUS folgende Methode entwickelt (MAURUS, PLOOG 1971; MAURUS,PRUSCHA 1972; MAURUS et al. 1972):

In einer Gruppe freibeweglicher Affen (2 Männchen,3 Weibchen) wird durch drahtlos gesteuerte, elektrische Hirnreizung bei einem Tier ein sozial relevantes Signal ausgelöst, auf das die übrigen Gruppenmitglieder reagieren. Die Auslösung dieses Signals erfolgt automatisch in bestimmten Zeitabständen und kann nahezu beliebig oft wiederholt werden. Reizantwort und Reaktion der übrigen Gruppenmitglieder werden jeweils mit einer geräuschlosen Kamera gefilmt. Die Interaktionen werden nach der Filmauswertung mit mathematischen Methoden analysiert. Auch unter solchen standardisierten Versuchsbedingungen bleibt die Variabilität der reizinduzierten, sozialen Interaktionen erheblich. Mitverantwortlich dafür sind die unterschiedlichen Situationen innerhalb der Gruppe, in denen der Reiz gesetzt wird. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, situationsabhängig zu reizen.

Die Vokalisationen bieten von allen Vorgängen innerartlicher Kommunikation die besten Voraussetzungen für eine automatische Erfassung und Erkennung. Mit Hilfe einer on-line Analyse kann die Reizsetzung situationsabhängig gesteuert werden (PEETZ 1969; MAURUS et al.1970). Für die Entwicklung einer solchen Lauterkennung ist eine genaue Kenntnis der Vokalisation der Totenkopffaffen notwendig. Weiterhin ist eine genaue Kenntnis der Vokalisationen deshalb von Wichtigkeit, weil im Rahmen einer Kommunikationsforschung der erste Schritt darin besteht, sämtliche Möglichkeiten der Äusserungen eines Tieres exakt darzustellen, d.h. im Falle der Vokalisationen, sämtliche Lautäusserungen der Totenkopffaffen genau zu beschreiben.

In weiteren Schritten ist dann festzustellen, welche Laute Signale darstellen und wie ihre Signalbedeutung ist und welche Laute nur unbedeutende Variationen ein und desselben Signals sind.

WINTER und PLOOG stellten ein System der Vokalisationen auf und zeigten, daß die Lautformen - bis auf Kakel - und Errlaute - weitgehend stereotyp sind (WINTER et al. 1966; WINTER 1969 a u. b) Freilanduntersuchungen liegen von DU MOND (1968) und WINTER (1972) vor. JÜRGENS et al. 1967, JÜRGENS 1969; JÜRGENS, PLOOG 1970, haben Hirnstrukturen untersucht, von denen Vokalisationen ausgelöst werden können. WINTER, FUNKENSTEIN (1971) und WOLBERG, NEWMANN (1972) haben Neurone im auditorischen Cortex gefunden, die nur auf artspezifische Vokalisationen reagieren.

Keine der erwähnten Untersuchungen enthält eine ausreichende Beschreibung sämtlicher Laute als Voraussetzung für eine Untersuchung des Kommunikationssystems noch genügend Daten über physikalische Größen (z.B. Frequenz, Zeitdauer) an Hand derer die technische Entwicklung eines automatischen Lauterkennungsgerätes möglich gewesen wäre. Es ist daher Ziel dieser Arbeit, folgende Fragen zu klären:

1. Wie variabel sind die physikalischen Größen der einzelnen Lautformen?
2. Kann man Laute eines Individuums bereits aufgrund spezifischer physikalischer Größen von ähnlichen Lauten der anderen Gruppenmitglieder unterscheiden? (D.h.: würde für die Vokalisationsübertragung prinzipiell ein Mikrophon und ein Erkennungsgerät, das gleichzeitig die Laute den einzelnen Tieren zuordnet, genügen?)
3. Gibt es ausser den bekannten Übergangsformen zwischen Kakel- und Errlauten noch andere ?

M E T H O D I K

Während der Versuchszeit von Januar 1969 bis März 1970 wurden die Laute von 19 Totenkopfpaffen (*Saimiri sciureus* L., go-tischer Typ nach MacLEAN 1964) untersucht.

Die Tiere waren zu dritt in Käfigen der Größe 70 x 60 x 70 cm untergebracht; drei Gruppen mit je einem Männchen und zwei Weibchen und zwei Gruppen mit je drei Männchen. Im August 1969 wurden in zwei der gemischten Gruppen je ein Baby und in der dritten gemischten Gruppe zwei Babys geboren.

Zur Aufnahme der Laute auf Tonband wurden die Tiere, allein oder mit Artgenossen - je nach Art und Weise der Provokation, die sie zum Vokalisieren veranlassen sollte - in einen reflexionsarmen Raum gebracht, wo sie normalerweise in einen aus Hanfnetz gefertigten, zylindrischen Käfig ($d=60\text{ cm}$, $h=50\text{ cm}$) gesetzt wurden. Durch folgende Situationen konnten die Tiere zu Vokalisationen angeregt werden:

A. Tier allein

1. frei im Raum beweglich
2. im Hanfkäfig
 - a. Vorhalten eines Spiegels
 - b. Vorhalten eines ausgestopften, imponierenden Affen
 - c. Vorhalten eines Lederhandschuhes
 - d. plötzliches Berühren des Tieres mit der Hand
3. Gegenüberstellen eines artfremden Tieres
 - a. Hund
 - b. Schlange
4. Füttern mit Erdnüssen
 - a. eines normal gefütterten Tieres
 - b. morgens vor der Fütterung
 - c. nachdem es 24 - 36 Stunden gehungert hatte
 - d. Futternapf vorhalten und wieder wegziehen
5. Vorspielen arteigener Laute vom Tonband

B. Tier zusammen mit Artgenossen

1. Mutter und Baby
 - a. Baby auf dem Rücken der Mutter
 - b. Baby ausserhalb, Mutter innerhalb des Hanfkäfigs
 - c. Baby trinkt bei der Mutter
2. Verfüttern von Erdnüssen
 - a. an einen submissiven Artgenossen im gleichen Hanfkäfig
 - b. an Gruppenmitglieder in einem Nachbarkäfig
3. Gruppe im Gruppenkäfig in 2-3 m Entfernung vom Versuchstier
 - a. Artgenosse sichtbar und hörbar
 - b. Artgenosse nur hörbar
 - c. Artgenossen werden durch arteigene Tonbandlaute zur Vokalisation angeregt

4. Gruppenfremde Artgenossen befinden sich

- a. im Käfig des Versuchstieres
- b. in einem Nachbarkäfig

In allen Situationen war eine eindeutige Zuordnung der Vokalisationen zu dem untersuchten Tier gewährleistet.

Registriert wurden die Laute über ein Richtmikrophon (Sennheiser MKH 805) auf einem Stereotonbandgerät (Uher 4200 Report). Zur Erreichung einer optimalen Aussteuerung wurden die Laute gleichzeitig auf zwei Spuren unterschiedlicher Aufnahmempfindlichkeit aufgezeichnet.

In einem zweiten Arbeitsgang erfolgte die Umsetzung der Laute vom Tonband in Frequenz-Zeit- und Frequenz-Amplituden-Diagramme mit Hilfe eines Sonagraphen (Kay Electronic 6061 B). Es wurde in sämtlichen Diagrammen eine Filterbreite von 45 Hz verwendet, nur bei den Errlauten mit Ausnahme von E.3''' eine Filterbreite von 300 Hz. Um eine genauere zeitliche Auflösung zu erhalten, wurden noch einige Vokalisationen (Errlaute) zusätzlich auf einem Oszillographen dargestellt und gefilmt. Ausgewertet wurden 6120 Laute nach Kriterien: optische Gestalt (Form des Lautes), Frequenz, Zeit und Intensitätsverhältnis zwischen Grundton und Obertönen.

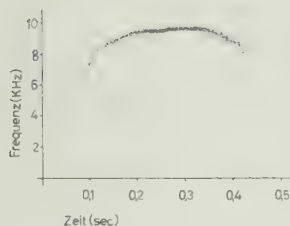
Verwendung der Begriffe Laut und Lautform:

Vokalisationen mit einem zeitlichen Abstand von kleiner/gleich 200 msec werden als ein Laut betrachtet. Unter einer Lautform werden Laute zusammengefaßt, die aufgrund ihrer optischen Gestalt (Frequenz-Zeit-Diagramm) ähnlich sind. Die Differenzierung nach der optischen Gestalt wurde - den technischen Erfordernissen angepaßt - soweit wie möglich getrieben; (sie kann, muß aber nicht biologisch sinnvoll sein).

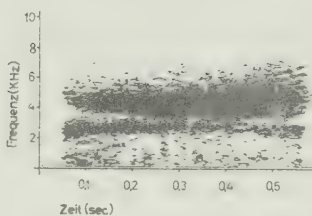
E R G E B N I S S E

Die gefundenen 52 Lautformen lassen sich grob in sechs Gruppen zusammenfassen. Sie werden als Kakellaute, Errlaute, Schreilaute, Pieplaute, Trillerlaute (WINTER et al. 1966) und Bellaute (JÜRGENS 1969) bezeichnet.

Beispiele für die sechs Lautgruppen:



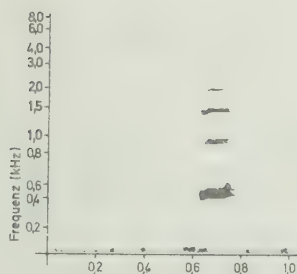
Pieplaut



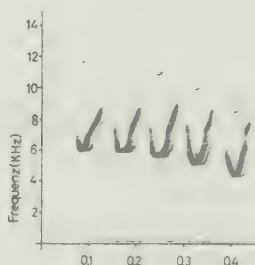
Schreilaut



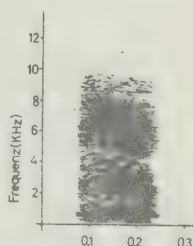
Errlaut



Kakellaut



Trillerlaut



Bellaut

Die Lautformen sind im folgenden durch den Anfangsbuchstaben der Lautgruppe und durch eine Zahl gekennzeichnet (z.B.: K.1).

Kakellaute (Abb. 1 und 2):

Unter dieser Bezeichnung werden alle diejenigen Laute zusammengefaßt, die aus einem Grundton zwischen 150 und 730 Hz und harmonischen Obertönen aufgebaut sind. Sämtliche Kakellaute lassen sich in neun verschiedene Lautformen unterteilen, wobei die ersten fünf durch den Verlauf ihres Grundtones, die nächsten vier durch Verschmierung (d.h. mangelnde Differenzierung) oder starke Intensitätsveränderung der Obertöne gekennzeichnet sind.

Der Frequenzverlauf des Grundtones ist vorwiegend horizontal bei K.1, aufsteigend bei K.2, absteigend bei K.3, auf- und absteigend bei K.4 und ab- und aufsteigend bei K.5 (Abb. 1). Diese Lautformen haben eine mittlere Frequenz des Grundtones von ungefähr 430 Hz, eine mittlere Intensitätsabnahme vom Grundton zum 1. Oberton von 6 dB, vom Grundton zum 2. Oberton von 5 dB, zum 3. Oberton von 7 dB und zum 4. Oberton von 11 dB und eine mittlere Länge von 65 msec. Alle Laute, deren Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz des Grundtones

Zu Abb. 1 und 2: Kakellaute

x = Länge des Lautes in msec

a = Frequenz am Anfang des Grundtones in Hz

b = Frequenz in der Mitte des Grundtones (bzw. höchste oder niedrigste Frequenz) in Hz

c = Frequenz am Ende des Grundtones in Hz

1. Intensitätsverhältnis zwischen dem Grundton und dem 1. Oberton, dem Grundton und dem 2. Oberton usw., ausgedrückt in dB,
2. wobei +dB Intensitätszunahme und -dB Intensitätsabnahme des
4. Obertones gegenüber dem Grundton bedeutet.

D = Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz des Grundtones in Hz

M = Mittelwert, S = Standardabweichung, max = maximaler Wert, min = minimaler Wert.

Bis auf K.6' ist die Frequenz aller Kakellaute logarithmisch aufgetragen; dadurch kann man den Verlauf der Grundtöne besser beurteilen. In der Darstellung der Lautformen K. 1 - 5, K.8. und K.9 ist seitlich ein zum Laut gehöriges Frequenz-Amplituden Diagramm abgebildet, aus dem das Intensitätsverhältnis zwischen Grundton und den harmonischen Obertönen abgelesen werden kann.

Abb.1:Kakellaute

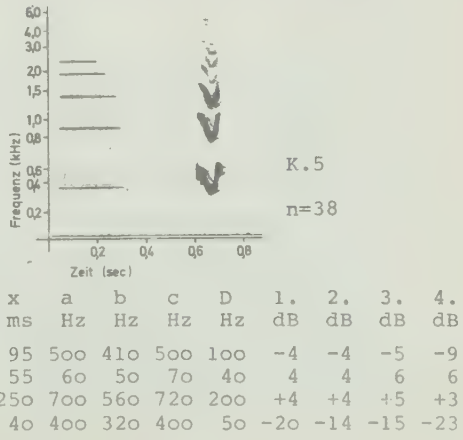
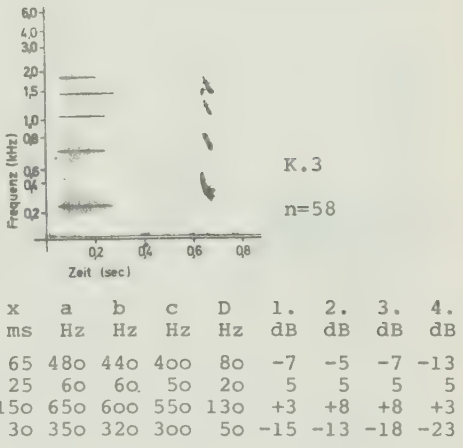
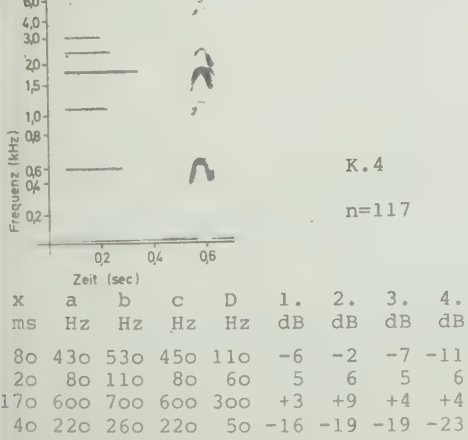
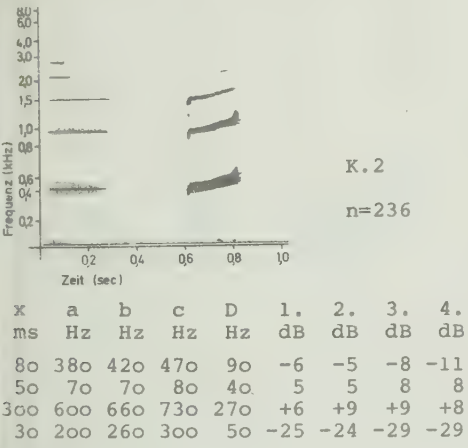
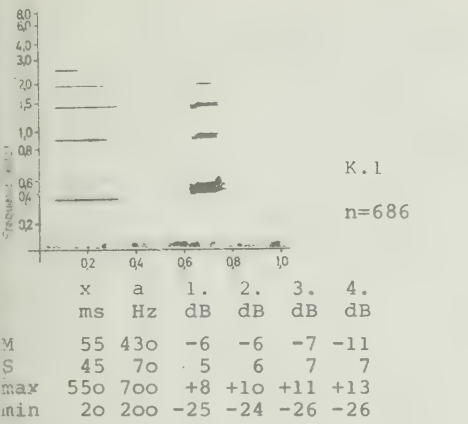
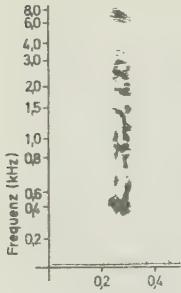


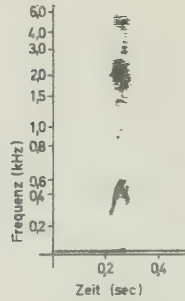
Abb.2:Kakellaute



K.6

n=176

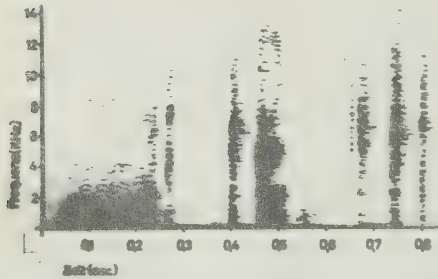
	x	a	1.	2.	3.	4.
	ms	Hz	dB	dB	dB	dB
M	60	400	-8	-8	-7	-7
S	20	80	4	5	4	6
max	100	600	+6	+1	0	+4
min	20	200	-15	-19	-21	-19



K.7

n=24

	x	a	b	c	D
	ms	Hz	Hz	Hz	Hz
M	95	490	660	530	180
S	15	30	80	50	60
max	130	530	760	600	260
min	60	430	530	430	60

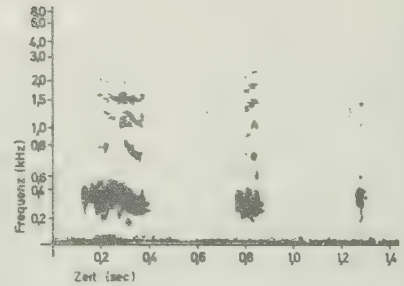


K.6

S.6

S.6

K.6'

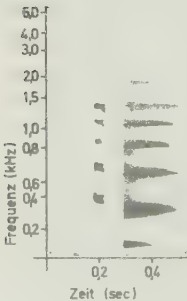


E.3/K.3

E.3

K.9

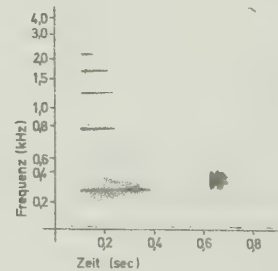
E.3'



K.8

n=39

	x	a	1.	2.	3.	4.
	ms	Hz	dB	dB	dB	dB
M	55	230	+12	+6	+6	+5
S	25	40	4	5	5	4
max	140	330	+19	+13	+15	+11
min	20	150	+5	-4	-3	0



K.9

n=64

	x	a	1.	2.	3.	4.
	ms	Hz	dB	dB	dB	dB
M	35	440	-12	-14	-12	-11
S	20	50	5	9	11	8
max	120	540	+3	+6	0	-4
min	20	250	-18	-26	-26	-23

kleiner als 50 Hz ist, werden zur Lautform K.1 gezählt.

Das Aufsteigen und das Absteigen des Frequenzverlaufes von K.2, K.3, K.4 und K.5 kann so schwach sein, daß diese Lautformen in den horizontalen Frequenzverlauf von K.1 übergehen. Außerdem gibt es K.2 Laute, deren Frequenz des Grundtones am Ende geringfügig absteigt; sie bilden einen Übergang zu K.4. Den morphologischen Übergang zu K.5 bilden K.2 Laute, deren Frequenz des Grundtones am Anfang geringfügig absteigt. Ähnliche Übergänge existieren von K.3 zu K.4 und von K.3 zu K.5. Folglich sind diese fünf Lautformen nicht starr definiert sondern gehen fließend ineinander über.

Die Lautform K.6 unterscheidet sich von K.1 durch eine größere Zahl von Obertönen, die von einem Frequenzgemisch durchsetzt sind. In derselben Weise unterscheidet sich K.7 von K.4 (Abb. 2 und 12). Der Übergang von K.1 zu K.6 und K.4 zu K.7 ist kontinuierlich. Analoge Lautformen zu K.2, K.3 und K.5 waren nur vereinzelt nachweisbar. Der akustische Eindruck solcher Lautformen ist krächzend.

Die Lautformen K.1-5 leiten über:

1. zu P.11 und P.12 (siehe Pieplaute);
2. zu T.4 und T.5 (siehe Trillerlaute).

Die Lautformen K.6 und K.7 leiten über:

1. zu S.1 und S.2 (Schreilaute) durch Verlängerung der Laute und Zunahme des Frequenzgemisches (siehe Abb.4);
2. zu S.6 durch Verkürzung, Zunahme des Frequenzgemisches und dysrhythmische Wiederholung (Abb. 2 K.6' und Abb.5 S.6);
3. zu B.4 und B.5 (Bellaute) durch Verlängerung, durch Zunahme des Frequenzgemisches und durch einen abrupten Beginn (Abb.11 und 12).

Laute, die unter K.8 zusammengefaßt sind, zeichnen sich gegenüber den anderen Kakellauten durch Erniedrigung der Frequenz des Grundtones auf die Hälfte (220 Hz) und Intensitätsschwäche des Grundtones gegenüber dem 1. Oberton aus (Abb.2). Laute unter K.9 sind charakterisiert durch Kürze (35 msec) und starke Intensitätsabnahme der Obertöne gegenüber dem Grundton.

K.8 und K.9 leiten von den Kakellauten über zu den Errlauten. Dies wird besonders deutlich bei einem Vergleich zwischen K.9 und E.3, denn E.3 stellt nichts anderes dar, als

einer rhythmische Folge von kurzen Lauten der Form K.9 (Abb.2 K.9 und E.3' - logarithmisch!; Abb. 3 E.3 und E.3' - linear!).

Die Kakellaute traten in den verschiedenartigsten Situationen auf:

1. sobald die Tiere durch plötzliche Berührung (Menschenhand; Stock) oder durch Vorhalten eines Lederhandschuhes, der zum Fangen der Tiere benutzt wurde, erschreckt wurden (K.1-7);
2. sobald ein Tier gegen sein Spiegelbild imponierte (PLOOG 1963) oder Kopf- und Hüftgreifen (PLOOG et al. 1967) gegen ein rangniederes Tier zeigte (K.1-9 neben Schrei- und Errlaute);
3. bei Gegenüberstellung von einem Hund oder einer Schlange (K.1-7, Bellaute und teilweise auch Schreilaute).

Errlaute (Abb.3):

Die Lautformen E.1 bis E.4 sind durch eine Folge geräuschhafter Elemente (Klicks) charakterisiert, deren Intensitätsmaximum zwischen 0,5 und 2 kHz liegt (Abb.3).

E.1 läßt sich von E.2 und E.3 durch eine größere Anzahl von Elementen (im Mittel 35 gegenüber 10 bzw.5) und einer höheren Frequenz des Intensitätsmaximum (im Durchschnitt 1 kHz gegenüber 0,6 kHz) unterscheiden. Die Lautstärke ist bei E.1 am niedrigsten, bei E.3 am höchsten. E.4 unterscheidet sich von E.3 nur durch einen Anstieg der Hauptintensität (1,9 kHz, der Laut klingt dadurch heller) und Zunahme der Elemente auf durchschnittlich 12. Meistens ist E.4 mit dem Laut T.6, einer Form der Trillerlaute, kombiniert (Abb. 3 E.4).

Vergleicht man die maximalen und minimalen Werte der Länge der Elemente (x), der Frequenz maximaler Intensität (b) und der Anzahl der Elemente (A), so zeigt sich, daß die Lautformen E.1 bis E.4 kontinuierlich ineinander übergehen.

Zu Abb. 3: Errlaute

x = durchschnittliche Länge der Elemente eines Lautes in msec

y = durchschnittlicher Abstand zwischen den Elementen eines Lautes in msec

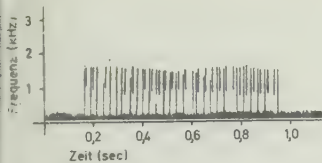
a = oberste Frequenzgrenze in kHz

b = Bereich der höchsten Intensität in kHz

A = Anzahl der Elemente eines Lautes

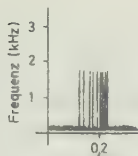
M = Mittelwert, S = Standardabweichung, max= maximaler Wert, min = minimaler Wert

Abb.3:Errlaute



E.1

n=22

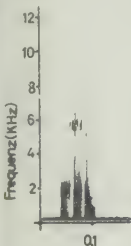


E.2

n=11

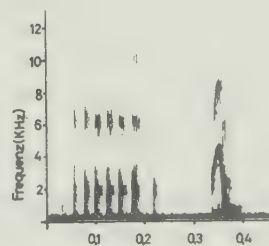
	x	y	a	b	A
	ms	ms	kHz	kHz	
M	4	17	2,6	1,0	35
S	2	6	1,8	0,5	16
max	10	40	8,0	2,0	60
min	2	10	1,5	0,5	6

	x	y	a	b	A
	ms	ms	kHz	kHz	
M	4	16	2,3	0,6	10
S	2	6	0,6	0,4	8
max	10	30	4,0	2,0	32
min	3	10	2,0	0,5	3



E.3

n=96

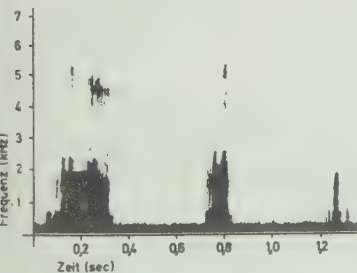


E.4

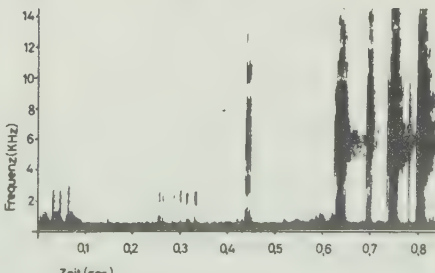
n=55

	x	y	a	b	A
	ms	ms	kHz	kHz	
M	9	12	6,6	0,6	5
S	5	6	3,4	0,4	4
max	20	30	16,0	2,0	28
min	3	3	1,5	0,5	2

	x	y	a	b	A
	ms	ms	kHz	kHz	
M	7	10	6,9	1,9	12
S	4	6	3,3	0,3	11
max	15	30	12,0	2,0	45
min	2	2	2,0	0,5	2



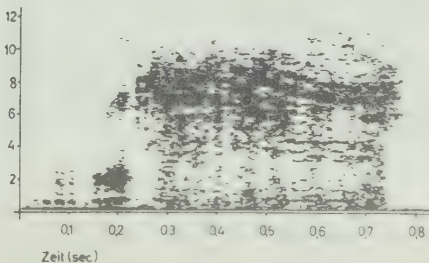
E.3'



E.3''

E.3/K.3 E.3 K.9

E.3 E.2 S.6



E.3' / S.1

E.3 / S.1

Außerdem leitet die Lautform E.3 über:

1. in S.6, wobei sich der Frequenzbereich, die Länge der Elemente und der Abstand zwischen ihnen vergrößert (Abb.3 E.3'', Abb.5 S.6);
2. in S.1 und S.2, wobei sich der Frequenzbereich vergrößert und die Elemente miteinander verschmelzen (Abb. 3 E.3''');
3. in K.9 (siehe unter Kakellaute).

Die Erllaute traten in folgenden Situationen auf:

1. kurz bevor das Baby bei der Mutter trank (E.2) und während des Trinkens (E.1);
2. sobald ein Tier gegen sein Spiegelbild imponierte oder Kopf- und Hüftgreifen gegenüber einem Rangniedereren zeigte (E.2, E.3 neben Schrei- und Kakellaute);
3. wenn das dominante Tier, das räumlich - aber in keinem Fall akustisch - von seinen Gruppenmitgliedern getrennt war, gefüttert wurde. Ebenso von hungrigen Müttern, die mit ihrem Baby von der Gruppe isoliert waren (E.2, E.4 und Trillerlaute);
4. sobald das dominante Tier einer Gruppe nach einer ungefähr einstündigen Trennung wieder optischen und akustischen Kontakt zu seinen Gruppenmitgliedern erhielt und wenn es gleichzeitig gefüttert wurde (E.3 und E.4 neben Trillerlauten);
5. während sich ein Männchen in der Nähe eines im Östrus befindlichen Weibchens aufhielt, äußerte es Laute der Form E.2, E.4 u.T.6.

Schreilaute (Abb. 4 und 5):

Die Lautformen S.1 und S.2 bestehen aus einem kontinuierlichen Frequenzgemisch, das von 0 bis 10 kHz und darüber hinaus reicht, ein durchschnittliches Intensitätsmaximum bei 5 kHz hat und eine mittlere Länge von 380 msec aufweist. Sie unterscheiden sich nur dadurch, daß S.2 von Kakelkomponenten durchsetzt ist (Abb.4). S.5 besteht aus einem unregelmäßig verlaufenden Grundton (im Mittel 4 kHz) und den dazugehörigen Obertönen. Der akustische Eindruck dieser Lautform ist "quiekend".

Die Lautformen S.4 und S.3 bilden Übergänge von S.1 und S.2 zu S.5. Sie entstehen dadurch, daß sich S.5 an die Bereiche maximaler Intensität von S.1 und S.2 anschließt.

Die Lautform S.6 stellt eine dysrhythmische Folge kurzer Schreimpulse (Elemente) dar, deren obere Grenze bei 15 kHz und deren Intensitätsmaximum bei 6,7 kHz liegt. Die Länge der Elemente beträgt im Mittel 25 msec, während die Abstände zwischen den Elementen von 30 bis 90 msec reichen; ihre Anzahl schwankt zwischen 1 und 11 (Abb. 5).

Durch Verbreiterung der Elemente und durch Verminderung ihrer Abstände geht S.6 in S.1 über (vergleiche S.6'). Im Bereich maximaler Intensität der Elemente von S.6 schließt bei der Lautform S.7 ein S.5 ähnlicher, unregelmäßig verlaufender Grundton mit harmonischen Obertönen an. Auf Grund seines durchschnittlich höheren Frequenzverlaufes (7,2 gegenüber 4,2 kHz) leitet diese Lautform zu den Pieplauten über.

Unter S.8 sind alle Laute zusammengefaßt, die aus Schrei- oder Trillerlauten aufgebaut sind. Der Frequenzbereich höchster Intensität von S.1, sowie der höchste und tiefste Frequenzpunkt des Grundtones der Trillerlaute T. 1-3 entsprechen weitgehend den Daten unter S.8 (Abb.5).

Die Schreilaute leiten über:

1. S.1-3 und S.6 zu den Kakellauten (siehe oben und unter Kakellaute Abb. 1 und 2);

Zu Abb. 4 und 5: Schreilaute

x = Länge des Lautes in msec

Y = Länge der Lautkomponente, die sich bei S.3, S.4, S.7 und S.8 aus dem Bereich der Hauptintensität entwickelt, in msec

a = Bereich der Hauptintensität des Lautes in kHz

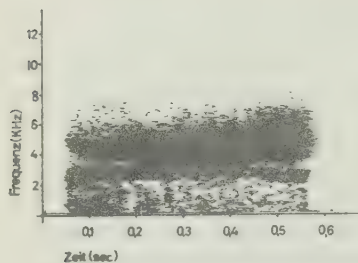
b = höchster Frequenzpunkt des Grundtones der Lautkomponenten und der Lautform S.5 in kHz

c = niedrigster Frequenzpunkt des Grundtones der Lautkomponenten und der Lautform S.5 in kHz

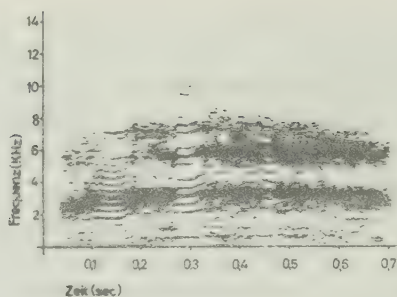
M = Mittelwert, S = Standardabweichung, max = maximaler Wert, min = minimaler Wert

Da kein Unterschied in den Daten von Lautlänge und Frequenzbereich zwischen S.1 und S.2 sowie zwischen S.3 und S.4 besteht, wurden sie zusammengefaßt.

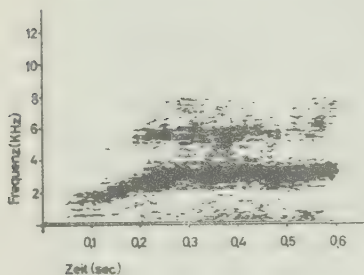
Abb.4:Schreilaute



S.1

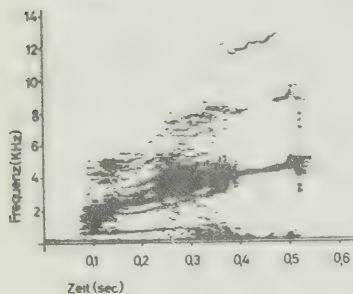


S.2

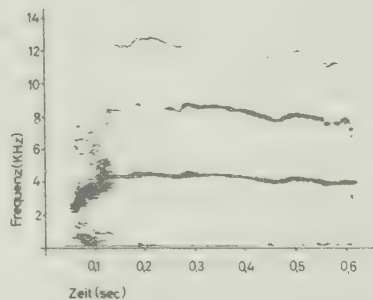


S.1'

	x	a	
	ms	kHz	
M	380	50	S.1,S.2
S	200	16	n=98
max	790	100	
min	60	20	

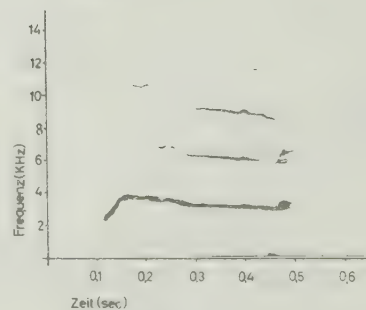


S.3



S.4

	x	y	a	b	c	
	ms	ms	kHz	kHz	kHz	
M	410	210	4.1	4.4	2.9	S.3,S.4
S	205	170	2.2	1.2	1.0	n=23
max	750	560	100	7.5	5.0	
min	70	25	2.0	2.5	1.5	

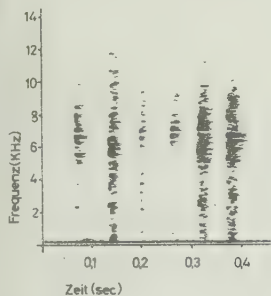


S.5

n=6

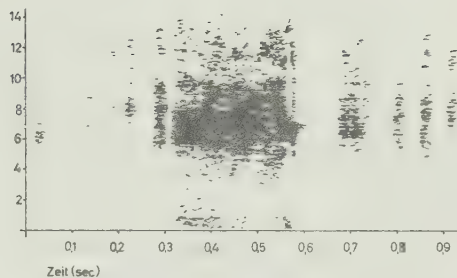
	x	b	c
	ms	kHz	kHz
M	300	4.9	3.3
S	95	1.1	1.3
max	410	6.5	5.5
min	140	3.5	2.0

Abb.5:Schreilaute



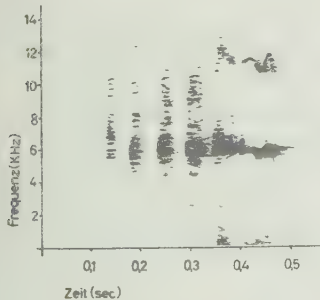
S.6
n=205

	x	a
	ms	kHz
M	25	6,7
S	11	1,3
max	50	11,0
min	10	2,0



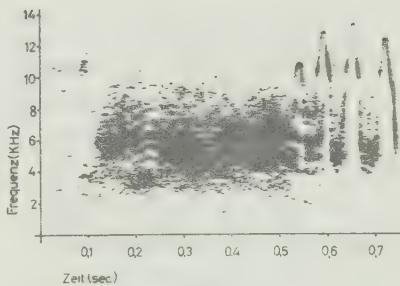
S.6'

S.6 S.1 S.6



S.7
n=27

	x	y	a	b	c
	ms	ms	kHz	kHz	kHz
M	90	55	6,5	7,2	5,3
S	50	30	1,2	2,1	1,1
max	250	180	10,0	12,0	8,0
min	30	20	4,0	4,0	4,0



S.8
n=14

	x	y	a	b	c
	ms	ms	kHz	kHz	kHz
M	360	110	6,5	8,7	4,3
S	330	115	0,7	2,9	1,7
max	1160	400	8,0	13,0	9,0
min	80	10	5,0	4,0	2,0

2. S.1 und S.6 zu den Errlauten und den Bellauten (Siehe unter Err- und Bellaute Abb.3 und 11);
3. S.7 zu den Pieplauten (siehe unter Pieplaute Abb. 6-8);
4. S.8 über zu den Trillerlauten (Abb.9).

Die Schreilaute wurden in folgenden Situationen geäußert:

1. von ranghöheren Tieren gegenüber rangniederen im Zusammenhang mit Kopf- und Hüftgreifen, Wiederdrücken des Rangniederen und teilweise auch Beißen (S.1, S.2 und S.6 neben Kakel- und Errlauten);
2. wenn Tiere mit der Hand festgehalten wurden (S.1, S.2);
3. von Affen, die bei Konfrontation mit einem Hund plötzliche Angriffe gegen ihn machten (S.1, S.2);
4. bei Konfrontation mit einer Schlange (S.1-3 neben Kakel- und Bellauten);
5. sobald ein Affe gegen sein Spiegelbild oder einen Artgenossen imponierte (S.6, S.7 neben S.1, S.2, Kakel-, Err- und Pieplauten);
6. von ranghöheren Tieren bei Auseinandersetzungen um Futter (S.6, S.8 neben S.1, S.2, Kakel-, Err- und Trillerlauten).

Pieplaute (Abb. 6 bis 8):

Die Pieplaute sind charakterisiert durch einen Grundton (zwischen 2 und 14,5 kHz) mit harmonischen Obertönen. Die Länge der Laute schwankt zwischen 20 und 970 msec. Bisweilen ist der Verlauf des Grundtones von maximal 50 msec langen Pausen unterbrochen (siehe Abb. 6 P.3).

zu Abb. 6, 7, 8 und 10 Pieplaute:

x = Länge des Lautes in msec

a = Anfang des Grundtones in kHz

b = 1. Drittel des Grundtones in kHz

c = 2. Drittel des Grundtones in kHz

d = Ende des Grundtones in kHz

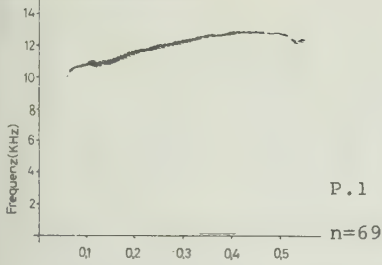
D = Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz des Grundtones in kHz

A = Anzahl der durch Pausen getrennten Teilstücke eines Lautes

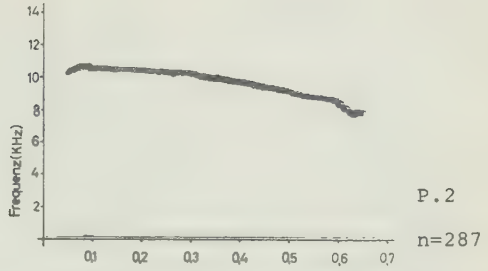
M = Mittelwert, S = Standardabweichung, max = maximaler Wert

min = minimaler Wert

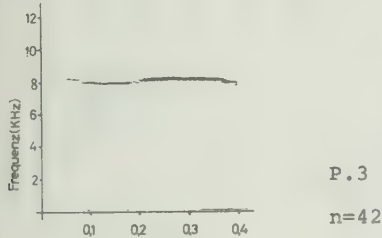
Abb. 6: Pieplaute



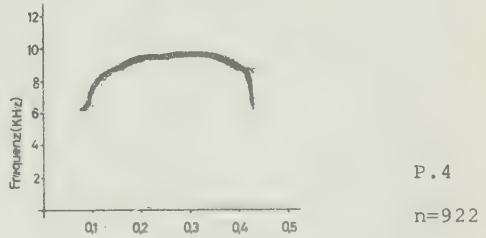
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	385	7.4	9.0	9.8	8.6	2.7	1
S	145	1.8	2.0	2.1	1.8	1.0	
max	720	10.5	13.0	14.0	12.0	5.0	4
min	170	4.0	5.0	6.5	1.5	1.0	1



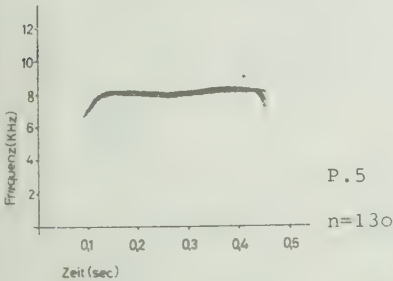
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	420	8.8	9.4	8.4	6.5	3.2	2
S	120	1.4	1.1	1.2	1.7	1.5	
max	970	14.0	12.5	11.0	10.0	7.0	5
min	160	4.0	4.5	4.0	2.5	1.0	1



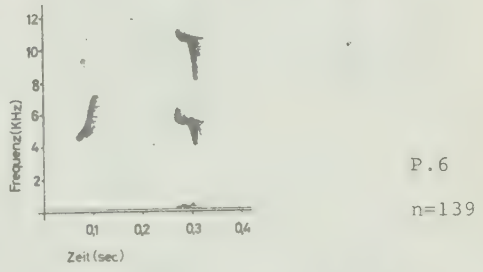
	x	a	b	c	d	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	345	8.1	8.5	8.5	7.7	2
S	125	2.0	1.5	1.4	1.9	
max	720	11.0	12.0	11.0	11.0	5
min	160	4.5	5.5	5.5	4.5	1



	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	400	7.9	10.1	10.0	7.1	3.7	1
S	115	2.0	1.8	1.8	1.8	1.5	
max	830	12.0	14.5	14.5	12.0	9.0	4
min	160	3.0	4.0	4.5	3.0	1.0	1

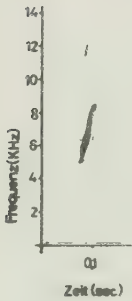


	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	360	7.6	9.3	9.2	6.5	3.0	1
S	100	1.5	1.3	1.4	1.5	1.3	
max	690	11.0	12.0	12.0	10.0	6.0	6
min	100	3.5	3.5	4.0	3.0	1.0	1



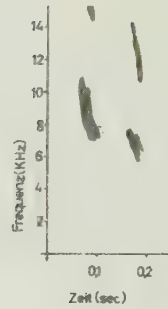
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	230	4.7	7.0	6.7	4.9	3.0	2
S	40	1.2	1.3	1.7	1.6	1.0	
max	350	9.0	11.5	12.0	11.0	4.5	3
min	100	2.0	2.5	3.0	2.0	1.0	2

Abb.7:Pieplaute



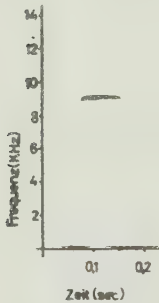
P.7
n=97

	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	60	5,8	6,7	7,4	8,0	2,3	1
S	35	1,8	1,9	2,0	2,1	1,3	
max	150	11,5	11,0	12,0	12,5	6,0	3
min	20	2,0	3,5	4,0	3,5	0,5	1



P.8
n=87

	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	50	7,5	6,7	6,0	5,3	2,2	1
S	35	2,0	1,5	1,3	1,2	1,3	
max	150	13,5	11,0	9,0	8,0	7,0	2
min	20	3,0	3,0	2,5	2,5	0,5	1



P.9
n=40

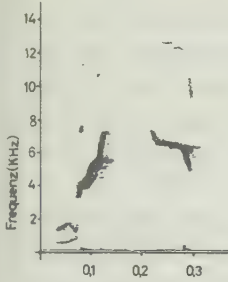
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	85	5,6	5,5	5,4	5,4	0,2	1
S	30	2,4	2,4	2,4	2,4	0,4	
max	150	11,5	11,5	11,5	11,5	0,5	3
min	20	2,5	2,5	2,5	2,5	0,0	1



P.10
n=81

	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	80	5,8	7,1	7,3	5,8	2,2	1
S	30	2,5	2,7	2,3	2,1	1,2	
max	150	11,0	14,0	12,0	11,0	6,0	2
min	30	2,0	3,0	3,0	3,0	0,5	1

Abb.8:Pieplaute



P.11

n=19

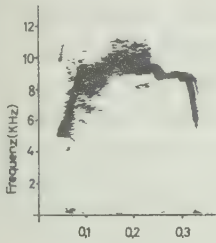
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	225	3,9	6,0	5,7	3,7	2,8	2
S	45	0,9	1,4	1,4	1,0	1,0	
max	290	6,0	8,0	8,0	5,5	5,0	4
min	130	2,0	2,5	2,5	2,0	1,5	2



P.12

n=7

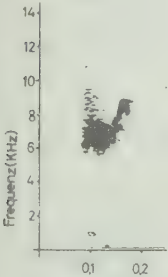
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	80	3,7	4,4	5,1	5,6	2,0	1
S	20	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	
max	110	4,5	5,0	6,0	6,0	2,5	1
min	40	3,0	3,5	4,0	4,5	1,0	1



P.13

n=87

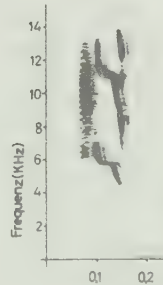
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	275	5,2	7,5	7,5	5,7	3,2	1
S	125	1,1	1,4	1,6	1,3	1,2	
max	470	8,0	10,0	9,5	8,0	5,0	4
min	40	3,0	4,0	5,0	3,0	1,0	1



P.14

n=17

	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	75	4,6	5,1	5,9	6,6	2,2	1
S	55	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	
max	280	6,0	7,0	8,0	9,0	4,0	1
min	40	3,0	4,0	4,5	4,5	1,0	1



P.15

n=16

	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	195	8,0	7,2	7,2	5,7	2,6	2
S	95	0,9	0,8	1,0	0,8	0,8	
max	330	10,0	9,0	9,0	7,0	4,0	3
min	50	6,0	6,0	6,0	4,0	1,0	1

Sämtliche Laute sind in 19 verschiedene Lautformen unterteilt, wobei die ersten 10 durch die Länge und den Frequenzverlauf des Grundtones und die übrigen durch ihre enge Beziehung zu den anderen Gruppen von Lautformen gekennzeichnet sind.

Der Frequenzverlauf des Grundtones ist vorwiegend aufsteigend bei P.1, absteigend bei P.2, horizontal bei P.3, auf- und absteigend bei P.4, auf-, horizontal und absteigend bei P.5, aufsteigend und nach einer Pause von 50-200 msec absteigend bei P.6 (Abb. 6). Für die Einordnung unter die Lautform P.3 ist es entscheidend, daß die Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz des Grundtones kleiner als 1 kHz ist.

Das Aufsteigen und das Absteigen des Frequenzverlaufes bei P.1, P.2, P.4-6 kann so schwach sein, daß diese Lautformen P.3 ähnlich werden (vergleiche Wert unter D). Weiter gibt es Laute bei P.1, deren Frequenz am Ende des Grundtones stärker absteigen und damit in die Form P.4 übergehen. Ebenso gehen Laute von P.2 über zu P.4, indem die Frequenz am Beginn des Grundtones stärker ansteigt. Durch Verstärkung von An- und Abstieg und Verringerung des horizontalen Anteils geht P.5 in P.4 über. Laute unter P.4, die im mittleren Anteil eine Pause von annähernd 50 msec aufweisen, leiten über zu P.6.

Die Laute P.7-10 unterscheiden sich von P.1-4 durch eine geringere Länge und eine im Mittel um 2 kHz tiefere Frequenz des Grundtones. Die Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz des Grundtones der "horizontalen" Lautform P.9 ist kleiner als 0,5 kHz. Ein Vergleich der Abbildungen von P.7-10 nach ähnlichen Kriterien wie von P. 1-4 zeigt, daß diese Lautformen ineinander übergehen (Abb. 7). Da die maximalen Zeitwerte sich kontinuierlich an die minimalen von P. 1-4 anschließen, sind auch hier die Übergänge fließend.

Die Lautform P. 10 leitet durch rhythmische Wiederholung zu den Trillerlauten über (T.2).

Die Lautformen P.11 und P.12 stellen einen Übergang zwischen den Kakel- und Pieplauten dar; sie entstehen dadurch, daß sich aus einem der Obertöne der Kakeillaute eine piepartige Komponente entwickelt. Nach JÜRGENS (1969) leitet die Lautform P.12 ausserdem durch rhythmische Wiederholung zu den Trillerlauten (T.4 und T.5) über.

Die Lautformen P.13 - 15 leiten zu den Schreilaute über. Entweder wird der klare Frequenzverlauf eines Pieplantes (P.4) immer mehr von einem Frequenzgemisch verdrängt (P.13) oder aus dem Bereich höchster Intensität eines Schreilautes (z.B. S.6) entwickelt sich ein Pieplaut (P.14, P.15).

Die Lautform P.19 leitet zu den Bellauten über (siehe dort und Abb. 11 und 12).

In folgenden Situationen wurden Pieplante geäußert:

1. sobald ein Tier überhaupt keinen Kontakt oder nur einen akustischen zu Artgenossen hatte (P. 1-5);
2. von einem dominanten Tier, das mit seinem Käfig 3 m von seinen beiden männlichen Gruppenmitgliedern entfernt war (P.6-11 und P. 13);
3. sobald ein Tier gegen sein Spiegelbild oder gegen einen Artgenossen imponierte (P. 7-10, P.12, P.14 und P.15 neben Kakel-, Err- und Schreilaute);
4. von einem Baby, das auf den Rücken seiner Mutter zu gelangen versuchte, aber durch ein Hanfnetz zwischen Mutter und Baby daran gehindert wurde (P.13 und P.14).

Trillerlaute (Abb. 9 und 10):

Sie bestehen aus einem wiederholt auf- und absteigenden Grundton mit harmonischen Obertönen; dabei ist eine periodische

zu Abb. 9 und 10: Trillerlaute

x = Länge der ersten Periode des Lautes in msec

y = Länge der letzten Periode des Lautes in msec

a = niedrigste Frequenz der ersten Periode in kHz

b = höchste Frequenz der ersten Periode in kHz

c = niedrigste Frequenz der letzten Periode in kHz

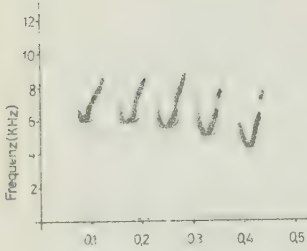
d = höchste Frequenz der letzten Periode in kHz

D = Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz des Grundtones in kHz

A = Anzahl der Perioden eines Lautes

M = Mittelwert, S = Standardabweichung, max = maximaler Wert, min = minimaler Wert

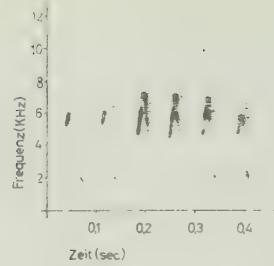
Abb.9:Trillerlaute



T.1

n=608

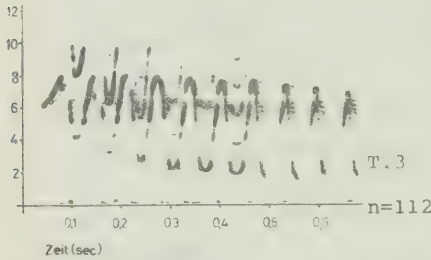
	x	y	a	b	c	d	D	A
	ms	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	80	85	4.3	8.9	3.5	8.3	5.6	4
S	10	15	1.2	0.9	1.1	1.0	1.2	2
max	120	160	8.0	13.0	7.0	12.5	10.0	13
min	55	55	1.5	6.0	1.5	2.0	1.5	1



T.2

n=43

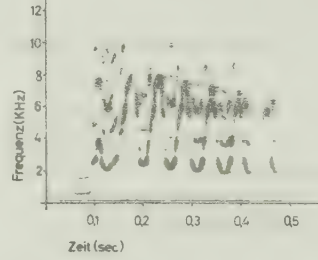
x	y	a	b	c	d	D	A
ms	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
70	75	2,5	8,3	2,3	7,1	6,4	4
10	15	1,1	1,1	0,8	1,6	1,0	2
100	120	6,0	10,5	5,0	10,0	8,5	7
50	50	1,5	6,0	1,5	4,0	4,0	2



T.3

n=112

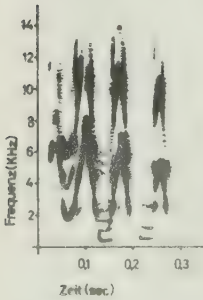
	x	y	a	b	c	d	D	A
	ms	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	65	75	2.8	8.3	2.1	7.0	6.4	7
S	10	15	0.8	0.6	0.5	1.3	0.5	2
max	95	110	5.0	10.0	5.0	10.0	8.0	14
min	50	50	1.5	6.0	1.5	4.0	5.0	2



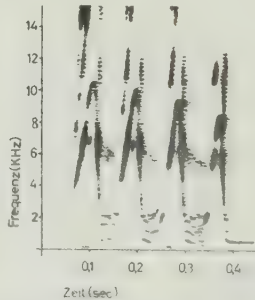
T.4

n=49

x	y	a	b	c	d	D	A
ms	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
75	85	3.2	9.0	2.0	7.1	7.2	6
10	20	1.1	1.1	0.5	1.9	0.9	2
110	120	5.5	13.0	5.0	10.0	11.0	10
55	55	2.0	6.0	1.0	2.5	5.5	2



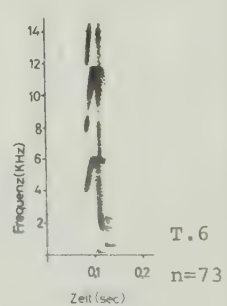
T.4'



T.5

n=157

	x	y	a	b	c	d	D	A
	ms	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	80	80	1.9	7.6	1.9	6.3	5.8	3
S	10	15	0.5	1.4	0.5	1.5	1.4	1
max	120	130	5.0	12.5	4.5	10.0	10.5	9
min	30	30	1.0	4.0	1.0	2.5	2.0	2

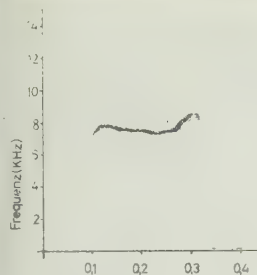


T.6

n=73

x	a	b	D
ms	kHz	kHz	kHz
80	19	7.1	5.3
15	0.4	1.0	1.1
110	4.5	10.0	9.0
30	1.0	5.5	3.0

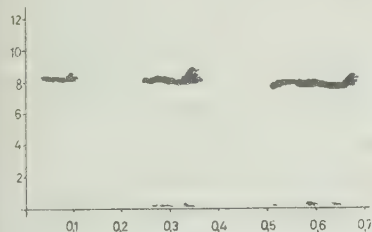
Abb. 10: Piep- Trillerlaute



P.16

n=104

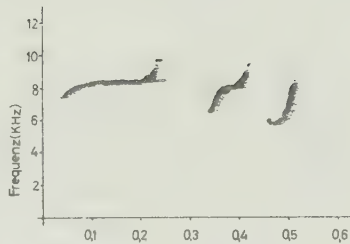
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	225	73	99	103	100	34	1
S	55	11	15	21	14	15	
max	430	110	120	130	125	75	2
min	110	50	70	65	40	10	1



P.17

n=10

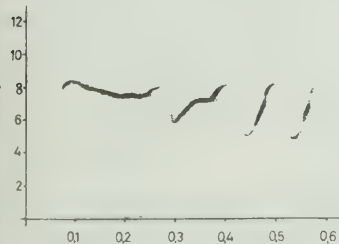
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	90	79	80	80	86	07	1
S	45	02	0	03	04	02	
max	170	80	80	85	90	10	1
min	50	75	80	75	80	05	1



P.18

n=18

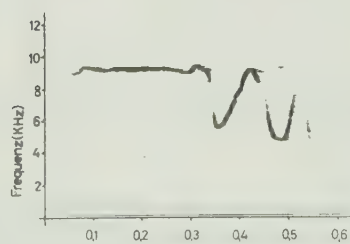
	x	a	b	c	d	D	A
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	280	69	88	68	89	28	2
S	110	09	09	07	05	10	
max	480	85	100	80	100	40	3
min	110	50	70	50	80	10	1



T.7

n=132

	x	y	a	b	c	d	D	A
	ms	ms	kHz	kHz	kHz	kHz	kHz	
M	95	100	54	99	44	89	56	3
S	15	15	08	10	08	10	11	1
max	140	150	70	120	60	110	80	7
min	60	60	15	80	20	60	20	1



T.7'

Intensitätsschwankung charakteristisch. Die Differenz zwischen niedrigster und höchster Frequenz einer periodischen Schwankung des Grundtones (Periode) beträgt im Mittel 6 kHz. Die Frequenzbereiche der Grundtöne liegen zwischen 1,0 und 13 kHz (Abb.9 T.4), wobei die erste Periode durchschnittlich um 1 kHz höher und 5-10 msec länger als die letzte Periode ist. Die Anzahl der Perioden pro Laut schwankt zwischen 1 und 14 (Abb.9 T.1, T.3).

Die Lautformen werden unterschieden aufgrund der Lage ihrer maximalen Intensität, die bei T.1 im unteren Bereich der Perioden, bei T.2 im oberen und bei T.3 im unteren und oberen liegen. Unter T.3 gibt es Laute, deren oberes bzw. unteres Intensitätsmaximum der Perioden so schwach ausgebildet ist, daß sie in die Lautformen T.1 bzw. T.2 übergehen.

Die Lautform T.4 und T.5 leiten von den Trillerlauten über zu den Kakellauten, dadurch daß sich am Anfang, zwischen den Perioden oder am Ende einer Periode langsam Kakellaute entwickeln (siehe auch Beschreibung P.12). T.5 unterscheidet sich von T.4 durch Besetzung sämtlicher Perioden mit Kakellauten. Durch Vermehrung der Kakellaute geht T.4 in T.5 über (siehe T.4'). T.3 geht in T.4 über durch Ausbildung eines Kakellautes am Anfang oder Ende von T.3. T.2 geht in T.5 über durch Ausbildung von Kakellauten zwischen den Perioden.

Die Lautform T.6 entspricht einer Periode der Lautform T.5 und tritt fast immer zusammen mit E.4 auf (siehe Abb.3, E.4).

Die Lautform T.7 und P. 16-18 (Abb.10) leiten von den Trillerlauten über zu den Pieplauten. Der kurze Aufstieg -bisweilen folgt darauf auch ein intensitätsschwacher Abstieg- am Ende des Grundtones von P.16 gibt den ersten Hinweis, daß diese Lautform P.16 zwischen Piep- und Trillerlauten steht. Aus dieser noch sehr Pieplaut ähnlichen Form P.16 ergeben sich zwei Möglichkeiten der weiteren Differenzierung in Richtung Trillerlaute:

1. der Pieplaut mit dem am Ende aufsteigenden Grundton wird rhythmisch wiederholt (siehe P.17) und geht anschließend in die Form P.18 (periodisch aufsteigender Grundton) über.
2. direkt an den Abstieg am Ende von P.16 schließt sich ein wiederholt auf- und absteigender Grundton an (T.7).

In folgenden Situationen traten die Trillerlaute auf:

1. sobald ein Affe 24 Stunden oder länger kein Futter bekommen hatte, der Zeitpunkt seiner Fütterung nahte oder während der Fütterung (T.1-3);
2. wenn sich zusätzlich zur obigen Situation neben dem zu untersuchenden Tier noch Artgenossen in der Nähe befanden, die räumlich aber nicht optisch und akustisch getrennt waren (T.1-6 neben Erllauten);
3. sobald sich ein ranghöheres Tier mit Gruppenmitgliedern wegen des Futters auseinandersetzte (T.6 neben Kakel-, Err- und Schreilaute);
4. wenn das dominante Tier einer Gruppe nach einer ungefähr einstündigen Trennung wieder optischen und akustischen Kontakt zu seinen Gruppenmitgliedern erhielt und wenn es gleichzeitig gefüttert wurde (T. 1-6 und E.3, E.4);
5. während sich ein Männchen in der Nähe eines im Östrus befindlichen Weibchens aufhielt (T.6 und E.4);
6. sobald ein von der Gruppe isoliertes, hungriges Tier gefüttert wurde (T. 1-3, T.7, P.1-5 und P.16-18).

Bellaute (Abb. 11 und 12):

Die Bellaute bestehen aus einem Frequenzgemisch, das im Durchschnitt von 0 bis 12 kHz reicht, ein Intensitätsmaximum

zu Abb. 11: Lautform P.19

x = Länge des Lautes in msec

a = Anfangsfrequenz des Lautes in kHz

b = höchste Frequenz in kHz

c = niedrigste Frequenz in kHz

FA= Frequenzabfall zwischen höchster und niedrigster Frequenz
in Hz/msec

Bellaute

x = Länge des Lautes in msec

a = höchste Frequenz des Pieplautes in kHz

b = niedrigste Frequenz des Pieplautes in kHz

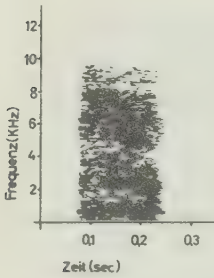
c = Bereich stärkster Intensität des Frequenzgemisches

d = Frequenz des Grundtones des Kakellautes in kHz

M = Mittelwert, S = Standardabweichung, max = maximaler Wert,

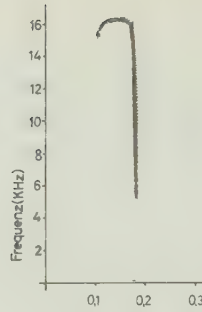
min = minimaler Wert

Abb. 11: Bellaute



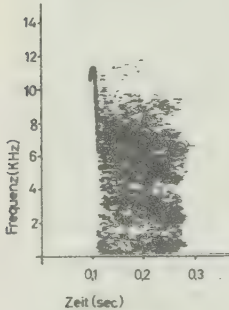
B.1
n=86

	x	c
	ms	kHz
M	120	58
S	35	11
max	180	90
min	50	20



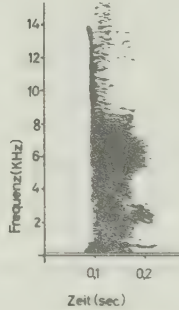
P.19
n=11

	x	a	b	c	FA
	ms	kHz	kHz	kHz	Hz/ms
M	45	118	129	46	300
S	14	27	27	12	100
max	80	160	170	60	550
min	30	80	80	20	120



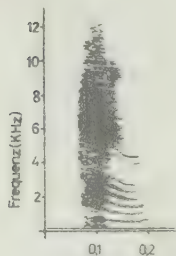
B.2
n=74

	x	a	b	c
	ms	kHz	kHz	kHz
M	120	120	48	70
S	40	27	11	16
max	190	160	80	110
min	50	50	20	50



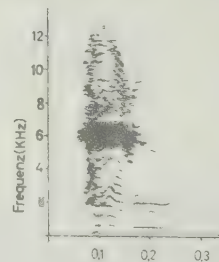
B.3
n=55

	x	a	b	c	d
	ms	kHz	kHz	kHz	kHz
M	120	101	47	64	045
S	25	30	10	09	005
max	180	160	80	100	050
min	60	30	10	20	040



B.4
n=96

	x	c	d
	ms	kHz	kHz
M	120	60	045
S	30	15	007
max	170	100	060
min	50	20	040

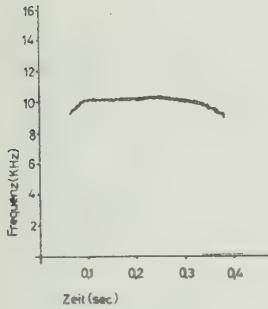


B.5
n=11

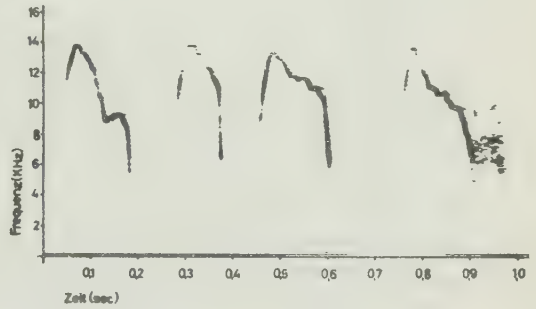
	x	c	d
	ms	kHz	kHz
M	110	59	045
S	30	11	005
max	190	80	050
min	50	20	040

Abb.12

Eine natürliche Folge von Lauten, in der ein Wechsel der Situation bzw. der Handlungsbereitschaft stattfindet. 1. Laut: Affe allein; 2.-8. Laut: Affe erblickt eine Schlange.



P.5

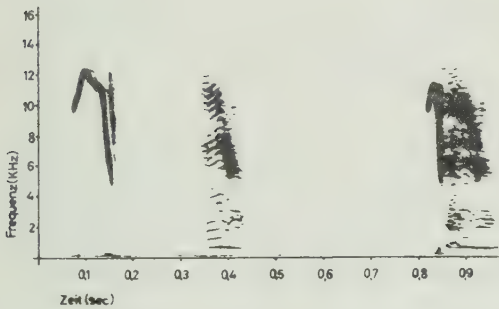


P.19

P.19

P.19

P.19/B.2

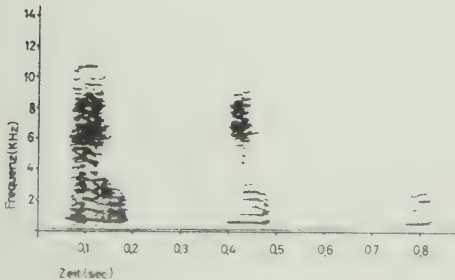


P.19

K.6

B.2

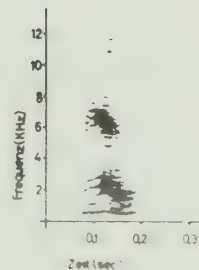
Natürliche Folge von 4 Lauten eines Affen während einer Konfrontation mit einem Hund.



B.1

K.6

K.1



K.6

bei 6 kHz hat und eine Länge von durchschnittlich 120 msec aufweist. Sie sind durch eine starke Intensität und gegenüber den Schreilaute (S.1) durch einen abrupten Beginn charakterisiert (Abb. 11).

Im Vergleich zu B.1 tritt bei B.2 noch ein stark abfallender Pieplaut (P.19) am Beginn des Lautes hinzu, wodurch der akustische Eindruck noch härter wird. Tritt an das Ende der Lautform B.2 ein Kakellaut, so wird diese Lautform als B.3 bezeichnet. Tritt an das Ende von B.1 ein Kakellaut, so wird dieser Laut zur Lautform B.4 gerechnet. Ist bei B.4 der gesamte untere Teil des Frequenzgemisches durch einen Kakellaut ersetzt, so wird der Laut als B.5 unterschieden.

Übergänge bestehen zwischen allen fünf Lautformen, je nachdem wie stark der Piep- oder Kakellaut bei einem Bellaut ausgebildet ist.

Die Lautform B.1 leitet zu S.1 über durch Abschwächung des abrupten Anfangs und Verlängerung des Lautes, zu S.6 durch Verkürzung des Lautes und schnelle Wiederholung. Die in den Lautformen B.2 und B.3 enthaltene Form P.19 leitet zu den Pieplauten über (siehe Abb. 12: natürliche Folge von Piep- zu Bellauten). P.19 zeichnet sich gegenüber den anderen Pieplauten durch einen außerordentlich großen und schnellen Abfall aus (mittlere Differenz zwischen höchster und niedrigster Frequenz 8 kHz gegenüber 3,5 kHz bei den anderen Pieplauten).

Die Lautformen B.4 und B.5 leiten über zu den Kakellaute dadurch, daß das Frequenzgemisch im oberen Teil des Lautes zu Gunsten des Kakellautes im unteren Teil zurückgedrängt wird. (Abb. 12 natürliche Folge von Kakel- und Bellauten; siehe auch unter Kakellaute).

Die Bellaute traten auf:

1. sobald ein Tier mit einem Hund konfrontiert wurde (B. 1-5, neben Kakel- und Schreilaute);

2. sobald ein Tier mit einer Schlange konfrontiert wurde (B.1-5 und P.19, neben Kakel- und Schreilaute).

Interindividuelle Variabilität:

Offen geblieben ist noch die eingangs gestellte Frage, in wie weit man die Affen an ihrer individuellen Art zu vokalisieren unterscheiden kann. Diese Frage konnte nicht durch Zuordnung einzelner Lautformen mit besonderen morphologischen Eigenschaften zu einzelnen Tieren gelöst werden. Es war auch nicht möglich, die Lautformen nach Geschlecht, Alter oder Rang zu ordnen. Als letztes bestand die Möglichkeit, die Individuen an ihrer Stimmlagenhöhe, der Länge ihrer Laute, dem Intensitätsverlauf der Obertöne oder an der Kombination dieser drei Kriterien zu erkennen.

Getestet wurden drei Lautformen mit insgesamt 2216 Lauten, die von 6-9 Tieren geäußert worden waren, wobei auf jedes Tier jeweils 60-100 Laute entfielen.

1. Pieplaute P.4 (Abb.6)
2. Trillerlaute T.1 (Abb.9)
3. Kakellaute K.1 (Abb.1)

Dabei wurden folgende Daten untersucht:

1. die Länge der Laute
2. die für den Verlauf des Grundtones charakteristischen Frequenzen
3. das Intensitätsverhältnis zwischen Grundton und den vier ersten Obertönen (Kakellaute).

Nach sorgfältiger Prüfung stellte sich heraus, daß die Häufigkeitsverteilung der Längen bei allen Lauten und bei jedem Tier eine breite Streuung der Daten ergab; dasselbe traf auch auf die Verteilung des Intensitätsverhältnisses zwischen Grundton und den vier einzelnen Obertönen der Kakellaute zu, so daß diese Daten für eine statistische Bearbeitung nicht verwendet werden konnten. Im Gegensatz dazu ergab für jeden einzelnen Affen die Häufigkeitsverteilung der Frequenzen der Grundtöne einen Gipfel. Abb. 13 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Frequenzen des Kakellautes. Von 8 Tieren haben allein 4 Tiere das Maximum ihrer Frequenzverteilung bei 450 Hz und 7 ihren

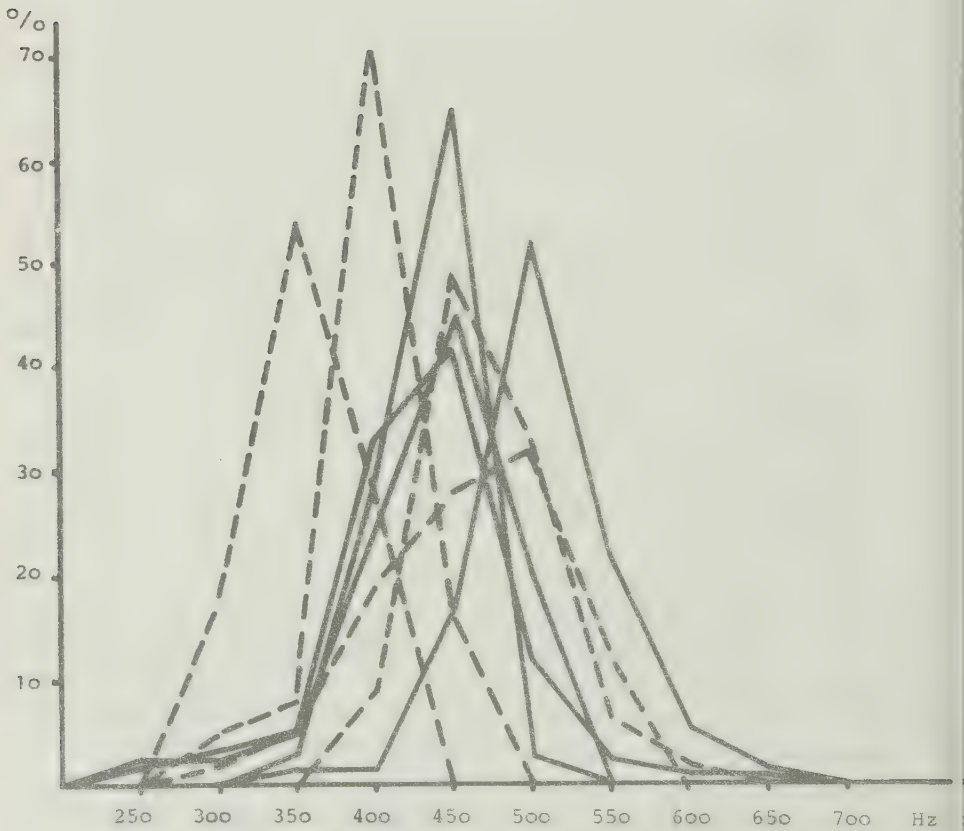


Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der Frequenzen der Grundtöne von Kakel-Laute (K.1). Jede der 8 Kurven entspricht dem Frequenzbereich der Kakel-Laute (K.1) eines Affen. (— Weibchen, --- Männchen)

Gipfel in einem Bereich von 400-500 Hz. Auch eine eindeutige Differenzierung nach Weibchen und Männchen läßt sich nicht vornehmen. Ähnliche Verhältnisse finden sich bei den Frequenzverteilungen von Piep- und Trillerlauten.

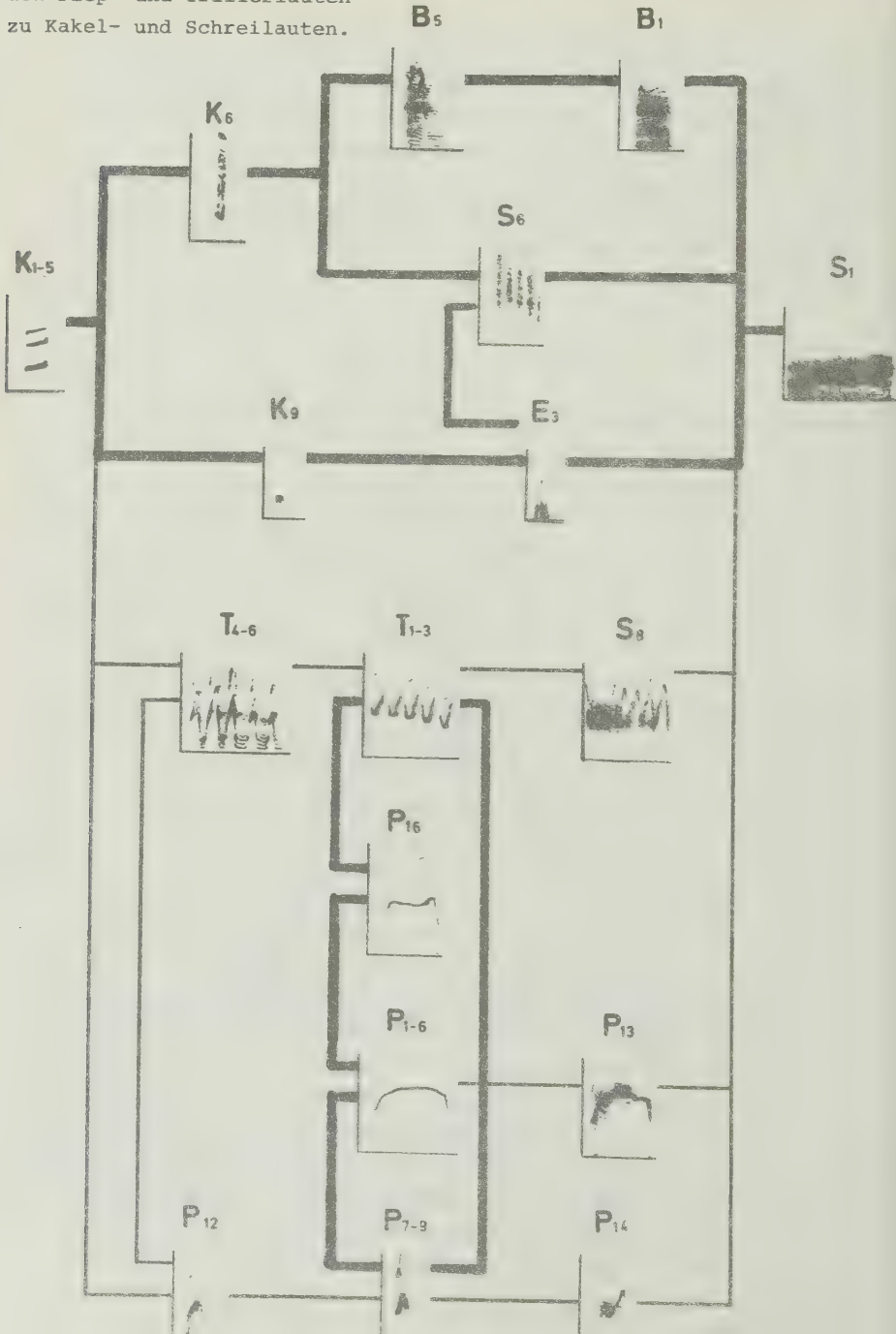
Daraus ergibt sich, daß allein an Hand der Frequenz eines Lautes keine eindeutige Zuordnung zu einem erwachsenen Individuum möglich ist. Somit erübrigt sich auch eine weitere statistische Bearbeitung.

D I S K U S S I O N

Auf Grund der relativ großen Anzahl der zur Untersuchung verwendeten Laute und auf Grund der Analyse ihrer physikalischen Daten konnte gezeigt werden, daß das Lautsystem der Totenkopffaffen nicht aus einzelnen, von einander scharf getrennten sondern aus kontinuierlich ineinander übergehende Lautformen besteht. Es existieren fließende Übergänge sowohl innerhalb einer Lautgruppe (z.B. K.1-5) als auch zwischen den Lautgruppen (z.B. K.6 und K.7 zu B.5, Abb. 12). Das kann in einer natürlichen Folge geschehen, indem die Laute einer Form immer ähnlicher einer anderen werden (fließender Übergang, z.B. P.1-6 zu P.16-18) oder indem die Merkmale zweier Lautformen in einer vereinigt werden (additiver Übergang, z.B. K.1-6 und T.2-3 in T.4-6). Abb.14 gibt einen Überblick über die wichtigsten Übergänge zwischen Lautformen und Lautgruppen. Die Übergänge von Kakeln zu Schreien und von Piepen zu Trillern sind vorwiegend fließend (dicke Linie), während die Übergänge von den Piep- und Trillerlauten zu den Kakellauten einerseits und den Schreilauten andererseits vorwiegend additiv sind (dünne Linien - die Übergänge von P.12 zu T.4-6 sind durch Untersuchungen von JÜRGENS (1969) nachgewiesen.

Im Gegensatz zu WINTER (1966 und 1969 b), der nur kontinuierliche Übergänge bei Kakel- und Erllauten beschrieb, konnte gezeigt werden, daß das gesamte Lautsystem der Totenkopffaffen kontinuierlich ist. MOYNIHAN (1964, 1966 und 1970) CHALMERS (1968) EPPLE (1968) und MARLER (1970) vertreten die These, daß stereo-type Lautsysteme bei Affen zu finden sind, die sich hauptsächlich mit akustischen Signalen verständigen (z.B. nächtlich lebende Affen) und selten optische Signale, wie Mimik und Gesten benutzen.

Abb.14: Übergänge von Kakellauten(K.1) zu Schreillauten(S.1) und von den Piep- und Trillerlauten zu Kakel- und Schreillauten.



Affen mit einem kontinuierlichen Lautsystem benutzen meistens gleichzeitig akustische und optische Signale und verhindern dadurch Mißverständnisse.

Adulte Krallaffen (EPPL 1968), adulte Nachtaffen (MOYNIHAN 1964) und Mantelmangabes (CHALMERS 1968) äußern diskrete Lautformen, während Schimpansen (REYNOLDS et.al. 1965), Rotgesichtmakaken (ITANI 1963), Rhesusaffen (ROWELL 1962, ROWELL und HINDE 1962) und rote Stummelaffen (MARLER 1970) ähnlich wie die Totenkopffaffen ein kontinuierliches Lautsystem benutzen. Außerdem gibt es Affen, deren vokales Repertoire sowohl diskrete Laute als auch erste Ansätze zu einem kontinuierlichen System aufweist. Beispiele sind dafür Goldtamarine, junge Weißbüschelaffen (EPPL 1968), junge Nachtaffen (MOYNIHAN 1964) und grüne Meerkatzen (STRUHSAKER 1967).

Beim Vergleich von Lautsystemen verschiedener Affenarten sollte die Anwendung der Hypothese vom Unterschied zwischen kontinuierlichen und stereotypen Lautsystemen mit Vorsicht geschehen. Wie sich beim Totenkopffaffen zeigt, ist eine exakte Untersuchung einer größeren Anzahl von Lauten notwendig, um die Frage "stereotyp oder kontinuierlich" zu entscheiden.

Wie weiter aus den Ergebnissen hervorgeht, war es nicht möglich, die Laute an Hand morphologischer Kriterien oder gemessener Daten den einzelnen Tieren zuzuordnen, weil die Daten der Lautlänge und der relativen Intensität der Obertöne bei allen Tieren eine breite Streuung ergaben und die gipfligen Verteilungen der Frequenzen sich teilweise überdeckten.

Dieses negative Ergebnis ist möglicherweise auf die methodische Schwierigkeit zurückzuführen, immer alle Affen in vergleichbaren Situationen zu gleichen vokalen Reaktionen zu provozieren; eine konstante Reaktion auf Attrappen, wie sie z.B. bei Vögeln beschrieben ist, ließ sich bei den Totenkopffaffen nicht erreichen. Die soziale Stellung des Tieres in seiner Gruppe oder die bei der Organisationshöhe dieser Tiere zu erwartenden Charakterunterschiede könnten dafür die Ursache sein.

Es ist aber dennoch nicht gesagt, daß sich die Affen nicht individuell an der "Stimme" erkennen können. Nicht alle eventuell biologisch sinnvollen Daten wurden erfaßt. So wurde z.B. die absolute Intensität der Laute nicht registriert,

da ein konstanter Abstand und eine konstante Richtung zwischen Mund des Affen und Mikrophon nötig gewesen wäre. Die dadurch bedingte Fixierung der Tiere hätte es unmöglich gemacht, sie zu allen Lautformen zu provozieren. Auch kann das akustische Auflösungsvermögen der Totenkopffaffen durchaus größer sein als das Auflösungsvermögen des Kay-Sonographen; z.B. könnten kleine Oszillationen oder kleine Auf- und Abstiege der Laute der individuellen Erkennung dienen. Eine Arbeit über die akustische Diskriminationsfähigkeit der Totenkopffaffen existiert bisher nicht.

Für die individuelle Zuordnung der Laute ist daher eine Lautübertragung mit Hilfe eines Senders, den jedes Tier der Gruppe trägt, notwendig (MAURUS, SZABOLCS 1971). Die Tatsache, daß das vokale Repertoire der Totenkopffaffen nicht aus stereotypen, sondern aus kontinuierlich ineinander übergehenden Lautformen besteht, bedeutet für die Entwicklung einer automatischen Lauterkennung einen wesentlich größeren technischen Aufwand als zuvor angenommen worden war. Es ist theoretisch und technisch möglich, sämtliche 52 Lautformen in ihrer Variabilität und mit ihren Übergängen zu erkennen. Der technische Aufwand dafür wäre aber unvertretbar hoch, so daß es notwendig ist, die Lautformen möglichst günstig zusammenzufassen.

Da über das Hörvermögen der Totenkopffaffen nichts bekannt ist, wird für eine Zusammenfassung der nach "optischen" Kriterien differenzierten Laute das akustische Unterscheidungsvermögen des Menschen benutzt. Weiter scheint eine Reduktion der Lautformen nach auslösenden Situationen sinnvoll. Es sollen daher Lautformen zusammengefaßt werden, wenn sie

1. für das menschliche Ohr schwer zu unterscheiden sind und
2. in allen Situationen, in denen sie sich auslösen ließen, gemeinsam auftraten und
3. wenn vergleichbare Lautformen von WINTER (1966/68) und DU MOND (1968) ähnlichen Situationen zugeordnet werden. Bei fehlender Übereinstimmung werden die Lautformen getrennt.

Nicht alle Lautformen, die an Hand eines Frequenz-Zeit-Diagramms optisch unterschieden worden sind, lassen sich auditorisch gleich gut unterscheiden. Die Lautformen K1-5, B.1-3 und P.1-5 sind jeweils untereinander schwer zu unterscheiden.

Weiter sind schwer zu unterscheiden:

K.6 von K.7 ;

K.8 von K.9;

K.6 und K.7 von B.5, B.5 von B.4, B.4 von B.1-3;

E.1 von E.2, E.2 von E.3, E.3 von E.4;

S.1 von S.2;

S.3 von S.4;

P.1-5 von P.16;

P.7 und P.8 von P.9 und P.10, P.9 und P.10 von P.17;

P.9 von P.10;

P.14 von P.15;

T.1 und T.2 von T.3;

T.7 von P.18.

Daraus läßt sich ersehen, daß die meisten Lautformen nur innerhalb ihrer Gruppe akustisch schwer zu unterscheiden sind, außer den Ausnahmen K.6 und K.7 von B.5 und T.7 von P.18.

In Abb. 15 sind die Beziehungen zwischen Lautformen und den Situationen, in denen sie auftraten, dargestellt. Die Situationen wurden grob in 4 Gruppen geteilt.

Es ist zu erkennen (Abb. 15 A), daß bei "Reaktion auf äußeren Feind" bevorzugt Kakel-, Schrei- und Bellaute auftraten, bei "Auseinandersetzung mit Artgenossen" Erllaute hinzukamen und Bellaute nicht geäußert wurden. Fanden keine Auseinandersetzungen statt, so waren Erllaute beim "Kontakt mit Artgenossen" und Pieplaute beim "fehlenden Kontakt" charakteristisch. Trillerlaute traten in Situationen auf, in denen "Futter" eine Rolle spielte.

Lautformen, die in Situationen gemeinsam auftraten, besitzen auch, wie Abb. 14 zeigt, entsprechende morphologische Übergänge. Z.B. äußerte ein Affe (Situation 3) beim ersten Anblick eines freilaufenden Hundes Kakellaute, dann Bellaute. War der Hund nahe am Käfig, so nahmen wieder die Kakellaute zu und die Bellaute ab. Kam er zu nahe an den Affen heran, so konnte es geschehen, daß der Affe ihn kurzattackierte und dabei Schreilaute äußerte. Nach eigenen Beobachtungen an Gruppen von Affen außerhalb der Experimente kann gesagt werden, daß das gesamte

vokale Repertoire wesentlich variabler benützt wurde, als es die Abb.15A vermuten läßt. Ein Vergleich mit Abb.15B zeigt, daß z.B. Kakeln durchaus auch beim Kontakt mit Artgenossen oder in Futtersituationen auftritt.

In der Kopfleiste der Abb.15A wurden alle Lautformen, die immer gemeinsam vorkamen, zusammengefaßt. Nur die Lautformen K.(1-7), P.(7-10,12,14,15) und T.(1-3) wurden nochmals untergliedert, weil die vergleichbaren Lautformen nach den Beobachtungen von WINTER 1966/68 und DU MOND 1968 nicht immer gemeinsam auftraten (Abb.15B). Die Lautform E.1 wurde auch von WINTER und DU MOND als selbständige Lautform behandelt. In der Situation: Trinken des Babys bei der Mutter (8,25) wurde aber E.1 dem Baby zugeschrieben (25), während in den eigenen Beobachtungen die Lautform nur von der Mutter geäußert wurde.

Folgendes Bild ergibt sich, wenn man die Lautformen nach

zu Abb.15: Beschreibung der Situationen, in denen Vokalisationen auftraten.

Reaktion auf äußeren Feind: (1)Festhalten eines Tieres. (2)Tiere werden erschreckt. (17)Beginnende aggressive Reaktion. (3)Konfrontation mit Hund und Angriff gegen ihn. (4,18) Konfrontation mit Schlange oder Katze. (19) Konfrontation mit fliegenden oder anderen beunruhigenden Objekten.

Auseinandersetzung mit Artgenossen: (20)Zwischen zwei Gruppen. (5,21)Bei Dominanzgesten. (6,22) Auseinandersetzungen um Futter. (7,23) Imponieren gegen Spiegelbild oder Artgenossen. (24) Baby nach Abweisung von der Mutter.

Kontakt mit Artgenossen:(8) Mutter während Baby trinkt. (25) Baby während des Trinkens. (9) Mutter bevor das Baby trinkt. (10,26)Männchen während sexueller Aktivität. (27) Zusammen-sitzen. (28) Spiel von Jungtieren. (11) Dominantes Tier - in räumlichem Kontakt mit Artgenossen - wird gefüttert. (12) Dominantes Tier erhält nach 1-stündiger Trennung Kontakt zur Gruppe und Futter. (29) Sehen von Futter und Fressen.

Fehlender Kontakt zu Artgenossen: (13) Isoliertes Tier erhält Futter. (30) Tier allein. (14,31) Tier allein, aber akustischer Kontakt. (15) Baby sieht und fühlt Mutter, ist aber vom Netz am Besteigen des Rückens der Mutter gehindert. (16) Dominantes Tier von den männlichen Artgenossen getrennt (3 m Entfernung).

den drei erwähnten Kriterien zusammenfaßt:

Kakellaute: K. (1-5); K. (6-und 7); K. (8 und 9).

Errlaute: E.1; E.2; E.3; E.4.

Schreilaute: S.(1 und 2); S.(3 und 4); S.5; S.6; S.7;S.8.

Bellaute: B.(1-5).

Pieplaute: P.(1-5 und 16); P.(7-10); P.11; P.12; P.13;

P.(14 und 15); P.17; P.(18 und T.7); P.19.

Trillerlaute: T.1; T.(2 und 3); T.(4 und 5); T.6.

Inwieweit man die hier vereinigten Lautformen weiter aufgliedern oder zusammenfaßen muß, läßt sich noch nicht voraussehen. ROWELL und HINDE (1962) und GRIMM (1967) sind zum Beispiel der Meinung, daß bei den Makaken nicht nur die gefundenen 20-30 Lautformen kommunikativen Wert besitzen, sondern daß gerade die Zwischenformen es ermöglichen, eine große Breite von Stimmungen auszu-drücken. Erst in einer größeren Untersuchung sehen sie die Mög-lichkeit, den Signalwert aller Laute bestimmen zu können. Auch beim Totenkopffaffen wird sich erst durch eine umfangreiche und exakte Analyse aller Kommunikationsprozesse klären lassen, welche Lautformen spezifische Handelsbereitschaften mitteilen, ferner welche Lautformen Überlagerungen zwischen zwei Handelsbereit-schaften oder nur Intensitätsgrade einer Handelsbereitschaft sind.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Im Rahmen der Untersuchungen über die Kommunikation der Totenkopffaffen hat sich die Notwendigkeit ergeben, für die Er-fassung der Vokalisation ein automatisches Lauterkennungsgerät zu bauen (MAURUS et.al. 1970).

Ziel dieser Arbeit war es, die dafür benötigten Daten (Frequenz, Länge und Intensitätsverhältnis zwischen Grundton und Obertönen) zu erbringen. 6120 Laute von 19 Tieren wurden untersucht und in 52 Lautformen unterteilt.

Dabei zeigte sich:

1. Das vokale Repertoire besteht nicht wie bisher angenommen aus vorwiegend diskreten Lautformen, sondern die Lautformen gehen kontinuierlich ineinander über.

2. Die einzelnen Tiere können nicht individuell an Hand beson-derer Parameter ihrer Laute bzw. ihrer Lautformen unterschieden werden.

Um den technischen Aufwand für den Bau eines Lauterkennungsgerätes zu verringern, wurden die Lautformen zusammengefaßt, wenn sie

1. auditorisch schwer zu unterscheiden waren und
2. in den beschriebenen Situationen immer gemeinsam auftraten und
3. wenn kein Widerspruch zwischen der Zusammenfassung nach 1. und 2. und den Ergebnissen anderer Autoren bestand (WINTER 1966/68 und DU MOND 1968).

Die vorgenommene Reduzierung braucht nicht biologisch sinnvoll zu sein. Eine endgültige Zusammenfassung der Aufteilung kann erst an Hand des Signalwertes aller Lautformen geschehen.

Literaturverzeichnis:

- Baldwin, J.D.: The social behavior of adult squirrel (Saimiri sciureus) in a seminatural environment. *Folia primat.* 9, 281-314 (1968).
- Baldwin, J.D.: The social organisation of a semifree-ranging troop of squirrel monkeys. *Folia primat.* 14, 23-50 (1971).
- Chalmers, N.R.: The visual and vocal communication of free living mangabeys in Uganda. *Folia primat.* 9, 258-280 (1968).
- DuMond, F.V.: The squirrel monkey in a seminatural environment. In: A. Rosenblum, R.W. Cooper (eds.): The squirrel monkey (Academic Press, New York, London 1968).
- Epple, G.: Comparative studies on vocalisation in marmoset monkeys (Hapalidae). *Folia primat.* 8, 1-40 (1968).
- Grimm, R.J.: Catalogue of sounds of the pigtail macaque (Macaca nemestrina). *J. Zool. Lond.* 152, 361-373 (1967).
- Hopf, S.: New findings on the Ontogeny of social behaviour in the squirrel monkey. *Psychiat. neurol. neurochir.* 74, 21-34 (1971).
- Itani, J.: Vocal communication of the wild Japanese monkey. *Primates* 4, 11-66 (1963).
- Jürgens, U.: Durch elektrischen Hirnreiz ausgelöste Vokalisation bei Totenkopffaffen (Saimiri sciureus). Dissertation, Naturwiss. Fakultät der Universität München 1969.
- Jürgens, U. und Ploog, D.: Cerebrale representation of vocalization in the squirrel monkey. *Exp. Brain Res.* 10, 532-554 (1970).
- MacLean, P.D.: Mirror display in the squirrel monkey. *Science* 146, 950-952 (1964).
- Marler, P.: Communication in monkey and apes. In: DeVore, Primate behavior. Field studies of monkey and apes, 544-584 (Holt, Rinehard and Winston; New York, London 1965).
- Marler, P.: Vocalization of east african monkey (Red Colobus). *Folia primat.* 13, 81-91 (1970).
- Maurus, M., Peetz, H.-G. und Jürgens, U.: Elektronische Lauterkennungsschaltung zur automatischen Steuerung von Fernreizversuchen an Totenkopffaffen. *Naturwiss.* 57, 141 (1970).
- Maurus, M. und Ploog, D.: Social signals in squirrel monkeys: Analysis by cerebral radio stimulation. *Exp. Brain Res.* 12, 171-183 (1971).

- Maurus, M. und Szabolcs, J.: Kleinstsender für die Übertragung von Affenlauten. *Naturwiss.* 58, 273-274 (1971).
- Maurus, M. and Pruscha, H.: Quantitative analyses of behavioral sequences elicited by automated telestimulation in squirrel monkeys. *Exp. Brain Res.* 14, 372-394 (1972).
- Maurus, M., Höhne, A., Peetz, H.-G., Wanke, J.: Technical requirements for the recording of significant social signals in squirrel monkey groups. *Physiol. Behav.* 8, -- (1972).
- Moynihan, M.: Some behavior patterns of platyrrhine monkeys I. The night monkey (*Aotus trivirgatus*). *Smithsonian misc. Coll.* 146, 1-84 (1964).
- Moynihan, M.: Communication in the Titi monkey, *Callicebus*. *J. Zool. London* 150, 77-127 (1966).
- Moynihan, M.: Some behavior patterns of platyrrhine monkeys II. *Saguineus geoffroyi* and some other Tamarins. *Smithsonian contrib. Zool.* 28, 1-41 (1970).
- Peetz, H.-G.: Entwurf und Bau einer Erkennungsschaltung für den Affenlaut Kakeln. *Dipl. Arbeit*, T.U. München 1969.
- Ploog, D. und MacLean, P.: Display of penile erection in squirrel monkey (*saimiri sciureus*). *Animal Behav.* 11, 34-39 (1963).
- Ploog, D., Blitz, J. and Ploog, F.: Studies an social and sexual behavior of the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*). *Folia primat.* 1, 29-66 (1963).
- Ploog, D., Hopf, S. und Winter, P.: Ontogenese des Verhaltens von Totenkopffaffen (*Saimiri sciureus*). *Psychol. Forsch.* 31, 1-41 (1967).
- Reynolds, V. and Reynolds, F.: Chimpanzees of the Budongo Forest. In: DeVore, Primate behavior. Field studies of monkeys and apes, 368-424 (Holt, Rinehardt and Winston; New York, London 1965).
- Rowell, T.E.: Agnostic noises of the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Symp. zool. Soc. London* 8, 91-96 (1962).
- Rowell, T.E. and Hinde, R.A.: Vocal communication by the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Proc. zool. Soc. London* 138, 279-294 (1962).
- Strusaker, T.: Auditory communication among vervet monkeys (*Cerco-pithecus aethiops*). In A. Altmann, Social communication among Primates, 281-324 (The University of Chicago Press 1967).

- Winter, P., Ploog, D. and Latta, J.: Vocal repertoire of the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*), its analysis and significance. *Exp. Brain Res.* 1, 359-384 (1966).
- Winter, P.: Social communication in the squirrel monkey; In Rosenblum, A. and Cooper, R. (eds.) *The Squirrel Monkey*. 235-253 (Academic Press; New York, London 1968).
- Winter, P.: Dialects in squirrel monkeys: Vocalization of the roman arche type. *Folia primat.* 10, 216-229 (1969a)
- Winter, P.: The variability of peep and twit calls in captive squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Folia primat.* 10, 204-215 (1969b).
- Winter, P. and Funkenstein, H.H.: The auditory cortex of the squirrel monkey: neuronal discharge patterns to auditory stimuli. *Proc. 3rd int. Congr. Primat. Zürich 1970* 2, 24-28 (1971).
- Winter, P.: Observations on the vocal behavior of free-ranging squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*). *Z. Tierpsychol.* in press.
- Wollberg, Z. and Newman, J.D.: Auditory cortex of squirrel monkey: response patterns of single cells to species-specific vocalizations. *Science* 175, 212-214 (1972).

Herrn Prof. Dr. D. Ploog danke ich für die großzügige
Unterstützung meiner Arbeit.

Am 15.4.41 wurde ich als zweites Kind des Prof.Dr.W. Schott und seiner Frau Lotte, geb. Grundig, in Hannover geboren. Meine Kindheit verbrachte ich in Hannover und in Friedland/Mecklenburg. Die Volksschule besuchte ich in Wenden/Nienburg und Celle, das Humanistische Gymnasium in Celle und Hannover, wo ich im März 1960 die Reifeprüfung ablegte. Nach einem verlängertem Grundwehrdienst begann ich im Sommersemester 1962 in Göttingen mit dem Studium der Medizin, das ich im Dezember 1967 mit dem Staatsexamen abschloß. Ab Wintersemester 1963/64 studierte ich zusätzlich Zoologie; das Vordiplom legte ich 1968 in München ab. Im Mai 1969 promovierte ich an der medizinischen Fakultät in Göttingen mit einer Arbeit über "Neuronale Entladungsmuster im Tectum opticum des Kaninchens unter Einwirkung von LSD". Ab Januar 1969 begann ich unter Leitung von Herrn Prof.Dr.D. Ploog mit der Arbeit über "Quantitative Analyse der Vokalisationen von Totenkopffaffen" im Max Planck Institut für Psychiatrie.

